

## アダカイト質葛城トーナル岩の地球化学的特徴とその成因

関西学院大学大学院理工学研究科  
化学専攻 壺井研究室 竹村 建人

花崗岩などの火成岩, なかでもアダカイト質岩は地球の大陸地殻の形成の解明において重要な岩石である。アダカイトは, 新生代の島弧・陸弧において若くて熱い海洋地殻が沈み込み, 部分熔融すること (スラブメルティング) によって生成されたと考えられている<sup>1)</sup>。アダカイトの岩石化学的特徴は, 一般的な島弧火成岩に比べ, 高い  $\text{SiO}_2$  (>56 wt.%) や  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (>15 wt.%),  $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$ , LREE (軽希土類元素) / HREE (重希土類元素) を持ち, Sr に富み Y に乏しく Sr / Y 比が高い (>22) ことなどが挙げられる。これらの特徴は, 部分熔融時の残存固相に Y や希土類元素に富むざくろ石や角閃石が含まれ, Sr や Eu に富む斜長石が含まれないことで説明される<sup>2)</sup>。また, スラブメルティング以外のアダカイト質マグマの成因として, 厚い大陸地殻底部における部分熔融<sup>3)</sup>やデラミネート(剥離・沈降)した苦鉄質下部地殻の部分熔融<sup>4)</sup>, マントル起源玄武岩質マグマの高圧下での分別結晶作用<sup>5)</sup>などの考えも示されている。アダカイト質岩のスラブメルティングなどの特異な形成過程やその活動年代を明らかにすることは, 大陸地殻の成長過程の議論において重要な手掛かりとなると考えられる。

葛城トーナル岩は大阪府南部金剛山地に分布する領家帯に産する花崗岩類で, 岩相の違いにより I 型, II 型, III 型の 3 岩型に分けられ<sup>6)</sup>, 黒雲母の K-Ar 年代として領家帯火成活動の末期に相当する  $75.9 \pm 0.8 \text{ Ma}$  が報告されている<sup>7)</sup>。また西岡 (2008)<sup>8)</sup>により全岩化学組成からアダカイト質であるという報告がなされている。しかし, この岩体の希土類元素を含めた全岩化学組成分析や Sr 同位体分析による詳細な岩石化学的議論はなされていない。本研究ではこの葛城トーナル岩について希土類元素を含む主成分・微量成分元素全岩化学組成分析と Sr 同位体分析を行い, その成因について検討した。

全岩化学組成分析は, 熔融ガラスビード法で波長分散型蛍光 X 線分析装置を用いて, 葛城トーナル岩 21 試料と周辺の花崗岩類 8 試料の計 29 試料について行った。希土類元素組成分析 (Sc, Pm を除く 15 元素) は, 熔融ガラスビード法と酸分解法により試料溶液を作製し, 誘導結合プラズマ質量分析装置を用いて内標準検量線法により行った。Sr 同位体分析は表面電離磁場型質量分析装置を用いて, 葛城トーナル岩 I 型 3 試料と II 型 2 試料, III 型 3 試料の計 8 試料について  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  を測定した。

分析の結果, 葛城トーナル岩は全試料ともアダカイト質岩に分類され,  $\text{SiO}_2 = 62.0 - 68.7 \text{ wt.}\%$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 15.4 - 17.6 \text{ wt.}\%$ ,  $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O} = 0.256 - 0.600$ ,  $\text{Sr} = 420 - 611 \text{ ppm}$ ,  $\text{Y} (<12.5 \text{ ppm})$ ,  $\text{Sr} / \text{Y} = 43.4 - 71.8$  であり, Defant and Drummond (1990) が報告したアダカイトの特徴とも一致した。また, 葛城トーナル岩の REE パターンは LREE に富み HREE に乏しく, 負の Eu 異常が認められず, 正の Eu 異常も認められることから, REE 含有量の特徴もアダカイトの特徴と調和的であった。ハーカー図上で葛城トーナル岩 3 岩型は連続的な単一のトレンド

を形成することから、同一マグマが結晶分化により組成変化した可能性が高い。また、Sr 及び Eu 含有量はノルム計算による斜長石モードとの間に正の相関を示すこと(図 1)から、斜長石の結晶分化作用に大きく関係する可能性が高い。一方、REE パターンにおける Eu 異常の大きさ ( $\text{Eu} / \text{Eu}^*$ ) は斜長石モードには依存せず(図 2)、正の Eu 異常は REE 全体の濃度低下をもたらす角閃石の分別により生じた可能性が考えられる。よって葛城トータル岩の希土類元素組成変化は、斜長石の結晶分化作用とともに角閃石の結晶分化作用が相補的に役割を果たした可能性がある。

葛城トータル岩は比較的低い  $\text{K}_2\text{O} / \text{Na}_2\text{O}$  を有し、 $\text{K}_2\text{O}$  に富むことが多い地殻下部由来のものよりもスラブメルティングに由来する典型的なアダカイトに似ている。しかし、葛城トータル岩の Sr 同位体初生値 ( $\text{SrI}$ ) は比較的高く、 $0.70718-0.70726$  の幅を示し、スラブメルティング起源のアダカイト質岩の低い  $\text{SrI}$  ( $<0.7040$ )<sup>1)</sup>とは完全に区別される。また、比較的分布規模の大きい葛城トータル岩の珪長質でアダカイト質なマグマを玄武岩質マグマの結晶分別作用で導くのは非常に困難であり、白亜紀における金剛山地の地殻の厚さが現在よりも約 20 km 厚く 50 km を超え、その大陸地殻最下部の部分溶融に由来するとも考えにくい。よって、葛城トータル岩はデラミネートした苦鉄質下部地殻の部分溶融に由来した可能性が高い。領家帯火成活動の末期には地殻最下部の苦鉄質岩の形成が進み、金剛山地の地殻の厚さは現在よりも 10 km 程度厚く、少なくとも 40 km<sup>9)10)</sup>までに達していたと考えられる。厚くなった大陸地殻の苦鉄質最下部がエクロジャイトを生成するのに適した圧力温度条件 ( $>1.2$  GPa,  $1000-1100^\circ\text{C}$ )<sup>9)10)</sup> に到達し、地殻最下部の部分溶融は起こらずデラミネーションが選択的に起こった。それと同時にデラミネートしたエクロジャイトが脱水溶融され、残存固相にざくろ石を含み斜長石を含まないという成因により葛城トータル岩に由来するアダカイト質メルトが生成し、それゆえ現在のような薄い地殻となったと考えられる。

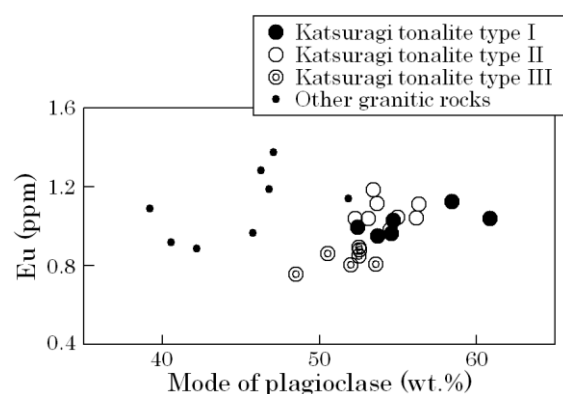


図 1 斜長石モードに対する Eu 組成変化図

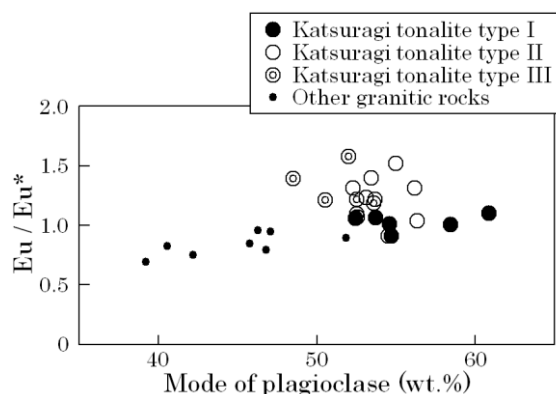


図 2 斜長石モードに対する  $\text{Eu} / \text{Eu}^*$  変化図

- 1) M. J. Defant, M.S. Drummond, *Nature*, **1990**, 347, 662–665. 2) 土谷信高, 地球化学, **2008**, 62, 161–182. 3) M. P. Atherton, N. Petford, *Nature*, **1993**, 362, 144–146. 4) J. F. Xu, *et al.*, *Geology*, **2002**, 30, 1111–1114. 5) C. G. Macpherson *et al.*, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **2006**, 243, 581–593. 6) 政岡邦夫, 地質雑, **1982**, 88, 483–497. 7) 松本哲一ほか, 地質調査研究報告, **2007**, 58, 33–43. 8) 西岡芳晴, 日本地質学会第 115 年学術大会講演要旨, **2008**, 131. 9) R. P. Rapp, E. B. Watson, *J. Petrol.*, **1995**, 36, 891–931. 10) N. Petford, M. Atherton, *J. Petrol.*, **1996**, 37, 1491–1521.